

## LIGHT EMITTING DIODE, DEVICE, AND LIGHT SOURCE DEVICE FOR DISPLAY OR COMMUNICATION USING THE SAME

Patent Number: JP2003124508  
Publication date: 2003-04-25  
Inventor(s): MURAKAMI TETSURO; KURAHASHI TAKANAO; OYAMA SHOICHI; NAKATSU HIROSHI  
Applicant(s): SHARP CORP  
Requested Patent:  [JP2003124508](#)  
Application Number: JP20010316295 20011015  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L33/00; H01L21/205  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a light emitting diode capable of realizing a layer prevented from absorbing a short wavelength and having a low index of refraction, and having a high index of reflection and increasing the output.

**SOLUTION:** An AlGaInP system light emitting diode is constituted that a DBR layer 2, an n-type Al0.5 In0.5 P clad layer 3, an Al0.2 Ga0.3 In0.5 P active layer 4, a p-type Al0.5 In0.5 P clad layer 5, and a p-type Al0.9 In0.1 P current diffusion layer 6 are caused to grow, and further an electrode 7 on the p-side and an electrode 8 on the n-side are formed. In which case, a DBR layer 2 formed as a reflection layer on an n-type GaAs substrate 1 is formed such that an Al0.61 Ga0.39 As layer and an n-type ZnSe layer are paired with each other and 10 pairs are formed in a laminated state.

Data supplied from the [esp@cenet](#) database - I2

(10)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-124508

(P2003-124508A)

(43)公開日 平成15年4月25日 (2003.4.25)

(51)Int.Cl'

H 01 L 33/00  
21/205

識別記号

F I

H 01 L 33/00  
21/205

テーブル (参考)

B 5 F 0 4 1  
5 F 0 4 5

審査請求 未請求 首求項の数 3 O L (全 6 回)

(21)出願番号 特願2001-316295(P2001-316295)

(22)出願日 平成13年10月15日 (2001.10.15)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号(72)発明者 村上 哲朗  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内(72)発明者 合崎 孝尚  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ヤープ株式会社内(74)代理人 100079843  
弁理士 高野 明近 (外1名)

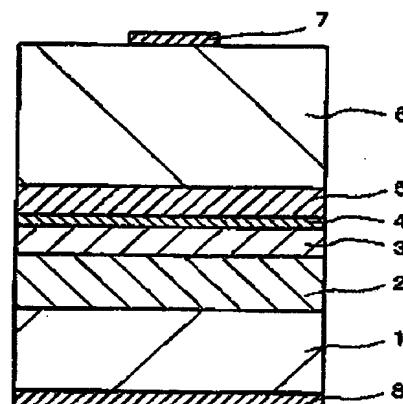
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光ダイオード、デバイス、該デバイスを用いた表示または通信用光源装置

## (57)【要約】

【課題】 AlGaInP系の発光層を有する発光ダイオードにおいて、短波長に対して吸収がなく、屈折率の小さい層が実現でき、高反射率が得られるとともに高出力化が可能となる発光ダイオードを提供する。

【解決手段】 AlGaInP系発光ダイオードは、n型GaAs基板1上にDBR層2、n型Al<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>Pクラッド層3、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>In<sub>1-x</sub>P活性層4、p型Al<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>Pクラッド層5、p型Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>P電流遮断層6が成長され、さらにp側電極7、n側電極8が形成される。ここで、n型GaAs基板1上に形成される反射層としてのDBR層2は、n型Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As層とn型ZnSe層をペアとして10ペア積層して形成される。



(2) 特開2003-124508

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 GaAs基板に格子整合するAlGaInP系の発光層を有する発光ダイオードにおいて、反射層としてII-VI族の材料を用いたDBR層を有することを特徴とする発光ダイオード。

【請求項2】 AlGaInP系の発光層を有し、該発光層の下側にDBR層を有する発光ダイオードにおいて、前記DBR層はII-VI族の材料層とAlGaAsまたはAlGaInP系の材料層のペアを積層した構造であることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項3】 AlGaInP系の発光層を有し、該発光層の上下両側にDBR層を有する発光ダイオードにおいて、前記下側DBR層はII-VI族の材料層とAlGaAs系の材料層のペアを積層した構造であり、前記上側DBR層はAlGaAs系、AlGaInP系、II-VI族の材料層とAlGaAs系の材料層のペアを積層した構造、II-VI族の材料層とAlGaInP系の材料層のペアを積層した構造のいずれかの材料であることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項4】 AlGaInP系の発光層を有し、該発光層の上下両側にDBR層を有する発光ダイオードにおいて、前記下側DBR層はII-VI族の材料層とAlGaInP系の材料層のペアを積層した構造であり、前記上側DBR層はAlGaAs系、AlGaInP系、II-VI族の材料層とAlGaAs系の材料層のペアを積層した構造、II-VI族の材料層とAlGaInP系の材料層のペアを積層した構造のいずれかの材料であることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載の発光ダイオードにおいて、前記発光層はダブルヘテロ構造であることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項6】 請求項1乃至5のいずれかに記載の発光ダイオードにおいて、前記発光層は量子井戸構造であることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれかに記載の発光ダイオードを樹脂モールド成型したことを特徴とするランプ、チップLED等のデバイス。

【請求項8】 請求項7記載のデバイスを使用したことを特徴とする表示または通信用光源装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光ダイオード、デバイス、該デバイスを用いた表示または通信用光源装置に関し、さらに詳しくは、AlGaInP系の発光層と反射層としてII-VI族の材料を用いたDBR層を有する高出力の発光ダイオード、デバイス、該デバイスを用いた表示または通信用光源装置に関するもの。

【0002】 【従来の技術】AlGaInP系半導体材料を用いた半導体素子は、GaAs基板と格子整合が可能であり、可視領域の発光素子として用いられている。この半導体素子は、発光ダイオード(LED)として、発光波長550~690nmの範囲で直接遷移型の発光を行う。図6は、従来のAlGaInP系発光ダイオードの例を示す模式的断面図である。従来のAlGaInP系発光ダイオードはn型GaAs基板1からなり、n型GaAs基板1上に、n型AlGaAs DBR層11、n型AlInPクラッド層3、AlGaInP活性層4、p型AlInPクラッド層5、p型Ga...In...P電流遮断層6が成長され、さらにp側電極7、n側電極8が形成された構成である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】発光ダイオードの出力向上のため、活性層の下に反射層を形成し基板側への発光を反射して取り出す方法がある。このような発光ダイオードによれば、活性層の下の反射層により基板に吸収されていた光を取り出すことができるため、反射率が高いほど出力が向上する。反射層としてAl...Ga...As層とAlAs層とAlAs層をペアとして20ペア積層してAlGaAs系のDBR(distributed bragg reflector: 多層反射膜)構造を作成すると赤色の発光に対しては98%の反射率が得られる。また、AlGaInP層とAlInP層を積層したAlGaInP系のDBR構造でも同様の反射率が得られる。しかし、発光波長を短波長化していくとAl組成が小さい層(AlGaAs層またはAlGaInP層)は光を吸収するため反射率が低下する。吸収を避けるようにAl組成を上げると、Al組成が大きい層(AlAs層またはAlInP層)との屈折率差が小さくなり、やはり反射率が下がる。570nmの発光に対してAl...Ga...As層とAlAs層をペアとして20ペア積層したDBRの反射率は89%となる。

【0004】本発明の目的はAlGaInP系の発光層を有する発光ダイオードにおいて、反射層としてZnSe系材料のDBR層を用いることにより、短波長に対して吸収がなく屈折率の小さい層を実現し、高反射率が得られるとともに高出力化が可能となる発光ダイオードを提供することである。また、このような発光ダイオードを用いた応用範囲の広いデバイス、該デバイスを用いた表示または通信用光源装置を提供することである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解決するためになされたもので、AlGaInP系の発光層を有する発光ダイオードにおいて、反射層として580nm以下の発光に対して吸収がなく屈折率の小さいII

(3)

特開2003-124508

3

-VI族の材料をDBR層に用いることにより、AlGaAs系またはAlGaNp系材料との屈折率差が稼げ高反射率のDBR層ができ、電子の高出力化が可能となる。

【0006】本発明の第1の技術手段は、GaAs基板に格子整合するAlGaNp系の発光層を有する発光ダイオードにおいて、反射層としてII-VI族の材料を用いたDBR層を有することを特徴とし、短波長に対して吸収がなく屈折率が小さいDBR層を実現することができるものである。

【0007】本発明の第2の技術手段は、AlGaNp系の発光層を有し、該発光層の下側にDBR層を有する発光ダイオードにおいて、前記DBR層はII-VI族の材料層とAlGaAs系またはAlGaNp系の材料層のペアを積層した構造であることを特徴とし、II-VI族のDBR層が低屈折率であることにより、AlGaAs系またはAlGaNp系の材料との屈折率差が稼げ、短波長に対して高反射率のDBR層を形成することができる。発光ダイオードの出力を向上することができる。

【0008】本発明の第3の技術手段は、AlGaNp系の発光層を有し、該発光層の上下両側にDBR層を有する発光ダイオードにおいて、前記下側DBR層はII-VI族の材料層とAlGaAs系の材料層のペアを積層した構造であり、前記上側DBR層はAlGaAs系、AlGaNp系、II-VI族の材料層とAlGaAs系の材料層のペアを積層した構造、II-VI族の材料層とAlGaNp系の材料層のペアを積層した構造のいずれかの材料であることを特徴とし、上側DBR層と高反射率の下側DBR層とによってレゾナントキャビティ構造が形成され、下側DBR層の反射率が高いことにより発光ダイオードを高出力化することができる。

【0009】本発明の第4の技術手段は、AlGaNp系の発光層を有し、該発光層の上下両側にDBR層を有する発光ダイオードにおいて、前記下側DBR層はII-VI族の材料層とAlGaNp系の材料層のペアを積層した構造であり、前記上側DBR層はAlGaAs系、AlGaNp系、II-VI族の材料層とAlGaAs系の材料層のペアを積層した構造、II-VI族の材料層とAlGaNp系の材料層のペアを積層した構造のいずれかの材料であることを特徴とし、上側DBR層と高反射率の下側DBR層とによってレゾナントキャビティ構造が形成され、下側DBR層の反射率が高いことにより発光ダイオードを高出力化することができる。

【0010】本発明の第5の技術手段は、請求項1乃至4に記載の発光ダイオードにおいて、前記発光層はダブルヘテロ構造であることを特徴とし、電子の閉じ込め効果が大きく、高効率の発光を行うことができる。

【0011】本発明の第6の技術手段は、第1~5の技術手段の発光ダイオードにおいて、前記発光層は量子井戸構造であることを特徴とし、量子井戸の深さと幅を変

4

えることにより、発光エネルギーをもつて発光波長を変化させることができ、高出力化することができる。

【0012】本発明の第7の技術手段は、第1~6の技術手段の発光ダイオードを樹脂モールド成型したランプ、チップLED等のデバイスであることを特徴とし、高出力の短波長光を利用する広い応用範囲のデバイスを提供することができる。

【0013】本発明の第8の技術手段は、第7の技術手段のデバイスを使用した表示装置または通信用装置であることを特徴とし、高輝度で視認度が高い表示用ランプが提供でき、またSN比の通信用光モジュール等を提供することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図1~4に基づいて説明する。本発明は、AlGaNp系の発光層を有する発光ダイオードにおいて、反射層として580nm以下の発光に対して吸収がなく屈折率の小さいZnSe系材料のようなII-VI族の材料をDBR層に用いることにより、AlGaAs系またはAlGaNp系との屈折率差が稼げ高反射率のDBR層が得られる発光ダイオードに関するものである。

【0015】図4は、II-VI族半導体及びGaAsの格子定数とバンドギャップの関係を示す図である。ZnSeはGaAsに格子整合しており、バンドギャップが大きくAlGaNp系半導体の発光に対して透明である。また、ZnMgSSe等の復屈面GaAsと格子整合させることも可能である。したがって、ZnSe系の材料で反射層を形成すれば、高出力の発光ダイオードが得ることができるので、視認度の高い表示用ランプ、高SN比の通信用光モジュール等が実現できる。

【0016】AlGaNp系の発光層を有する発光ダイオードにおいて、発光波長を赤色から黄色、緑色と短波長化すると、従来のAlGaAs系DBR層を有する発光ダイオードでは、短波長化にしたがって吸収が大きくなり反射率が低下する。吸収を小さくするためにAl組成を大きくすれば良いが、波長570nmの光を吸収しないためにはAl組成を0.61以上とする必要があり、Al<sub>0.61</sub>Ga<sub>0.39</sub>As層とAlAs層のペアを複数ペア積層してDBR層を構成すると、両層の差が小さくなり屈折率差が小さいことでやはり反射率が低下し、10ペア積層した場合の反射率は53%となる。そこで、Al<sub>0.61</sub>Ga<sub>0.39</sub>As層とZnSe層のペアを複数ペア積層してDBR層を構成すればZnSeはAlAsより低屈折率なので、屈折率差が稼げ短波長に対して高反射率のDBR層を形成することができる。10ペア積層した場合の反射率は99%となる。

【0017】図5は、DBR層の反射スペクトルを示す図で、図5(A)はAl<sub>0.61</sub>Ga<sub>0.39</sub>As層とZnSe層のペアを積層したDBR層の反射率と発光波長の関係を示し、図5(B)はAl<sub>0.61</sub>Ga<sub>0.39</sub>As層とAl

(4)

特開2003-124508

5

A s層のペアを積層したDBR層の反射率と発光波長の関係を示す図である。Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>As層とZnSe層のペアを積層したDBR層は、Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>As層とAlAs層のペアを積層したDBR層と比べると反射率が高くなり、反射波長幅も広がっていることが分かる。AlGaInPに対しても同様に、Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>InP層とZnSe層のペアを積層してDBR層を作成し反射率を高くすることができる。

【0018】また、出力向上のため発光層の上下にDBR層を有し、共振器を構成するレゾナントキャビティ構造を採用することが考えられる。レゾナントキャビティ構造では下側のDBR層は高反射率が必要なので、Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>As層とAlAs層のペアを積層することでは作成できず、本発明のZnSe系のDBR層を用いる必要がある。上側のDBR層の反射率は70%程度でも良いので、Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>As層とAlAs層のペアでも13ペア以上積層すればピークの反射率は達成できる。しかし、ZnSe系のDBR層を用いれば数ペアで済み、層数を低減することができる。

【0019】本発明の実施例1～3の発光ダイオードを図1～3に基づいて説明する。

〈実施例1〉図1は、実施例1のAlGaInP系発光ダイオードを示す模式的断面図である。実施例1のAlGaInP系発光ダイオードは、n型GaAs基板1上にDBR層2、n型Al<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>Pクラッド層3、Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>InP活性層4、p型Al<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>P活性層5、p型Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>P電流拡散層6が成長され、さらにp側電極7、n側電極8が形成される。ここで、n型GaAs基板1上に形成される反射層としてのDBR層2は、n型Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>As層とn型ZnSeの薄層をペアとして10ペア積層して形成される。

【0020】実施例1のAlGaInP系発光ダイオードによれば、発光波長570nmに対して、DBR層の反射率は9.9%となり高出力が得られる。従来の発光ダイオードにおける、Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>As層とAlAs層をペアとするDBR層ではチップ光度は40mcdであったが、本実施例では50mcdと出力が向上した。また、従来例のチップと本実施例のチップを樹脂モールドし、ランプ形状にした場合には出力が700μWから900μWに向上した。このように出力が向上したランプを用いた表示装置は、視認性が向上し、通信機器の送信装置に使用した場合には伝送の長距離化が可能となつた。

【0021】実施例1の構造に限らず、DBR層をAl<sub>x</sub>G<sub>y</sub>InPの層とZnSeの層のペアを積層した構成とすることもできる。成長装置の制約等により、DBR層の構成要素をAlGaAs系とする場合と、AlGaInP系とする場合があるが、その場合、DBR層の屈折率は若干相違することとなるが、いずれ

6

の場合でも反射率はほぼ100%となり、同様の効果が得られる。また、GaAs化格子整合し、発光波長に対して透明なII-VI族材料であれば、ZnSeに限らず様々な材料を用いることができる。ただし、II-VI族材料として例えばZnMgSSeを用いる場合、GaAsと格子整合するように、組成を調整する必要がある。本実施例は結晶成長方法としてMOCVD法(metal organic chemical vapor deposition:有機金属気相成長法)を用いたが、MBE法(molecular beam epitaxy:分子線エピタキシャル成長法)によって作製しても同様に出力向上の効果が得られる。

【0022】(実施例2) 図2は、実施例2のAlGaInP系発光ダイオードを示す模式的断面図である。実施例2のAlGaInP系発光ダイオードは、n型GaAs基板1上にDBR層2、n型Al<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>Pクラッド層3、AlGaInP多重量子井戸活性層9、p型Al<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>Pクラッド層5、p型Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>P電流拡散層6が成長され、さらにp側電極7、n側電極8が形成される。ここで、n型GaAs基板1上に形成される反射層としてのDBR層2は、n型Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>As層とn型ZnSe層をペアとして10ペア積層して得られ、またAlGaInP多重量子井戸活性層9は、Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>InP井戸層とAl<sub>x</sub>G<sub>y</sub>InP障壁層をペアとして4ペア積層して得られる。

【0023】実施例2の発光ダイオードでは、量子井戸活性層9の効果により高出力となり60mcdとなつた。DBR層2の組成は、GaAsに階格子整合し、発光波長に対して透明なII-VI族材料であればZnSeに限らず様々な材料を用いることができる。発光層は上記のような量子井戸構造に限らずシングルヘテロ構造やダブルヘテロ構造を用いても良い。また、発光波長を様々に変えても良い。結晶成長方法としてはMOCVD法、MBE法が考えられる。

【0024】(実施例3) 図3は、実施例3のAlGaInP系発光ダイオードを示す模式的断面図である。実施例3のAlGaInP系発光ダイオードは、n型GaAs基板1上にn型DBR層2、n型Al<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>Pクラッド層3、AlGaInP多重量子井戸活性層9、p型Al<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>Pクラッド層5、p型DBR層10、p型Ga<sub>x</sub>In<sub>1-x</sub>P電流拡散層6が成長され、さらにp側電極7、n側電極8が形成される。ここで、n型GaAs基板1上に形成される下側のn型DBR層2は、n型Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>As層とn型ZnSe層をペアとして10ペア積層して得られ、AlGaInP多重重量子井戸活性層9は、Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>InP井戸層とAl<sub>x</sub>G<sub>y</sub>InP障壁層をペアとして4ペア積層して得られ、また上側のp型DBR層10は、p型Al<sub>x</sub>G<sub>y</sub>As層とp型AlAs層をペアとして13ペア積層して得られる。

(5)

特開2003-124508

7

【0025】実施例3のAlGaInP系発光ダイオードは、発光層の上下に反射層を有し、2入共振器を構成するレゾナントキャビティー構造を採用している。共振波長は570nmで活性層を定在波の膜の位置に置く。実施例3の発光ダイオードではレゾナントキャビティー構造により高出力となり100mcdとなった。以上の構造に限らず下側のn型DBR層2は、Al<sub>1-x</sub>G<sub>x</sub>A<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>P層のようなAlGaInP系材料とZnSe層をペアとしたり、AlGaAs系材料とZnSe層をペアとする構造が考えられる。また、上側のp型DBR層10についても、ZnMgSSe、AlGaAs、AlGaInP系材料を用いたり、AlGaAsまたはAlGaInP系材料とZnSe等II-VI族の材料の層をペアとする等様々な構造が考えられる。さらに、発光層9も上記のような量子井戸構造に限らずシングルヘテロ構造やダブルヘテロ構造を用いても良い。結晶成長方法としてはMOCVD法、MBE法が考えられる。

【0026】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によればAlGaInP系の発光層を有する発光ダイオードにおいて、反射層としてZnSe系材料を含むII-VI族の材料からなるDBR層を用いることにより短波長に対して吸収がなく屈折率の小さい層が実現でき高反射率とすることができ、発光ダイオードの高出力化が可能となる。

【0027】以上の説明から明らかなように、請求項1の発明によれば、GaAs基板に格子整合するAlGaInP系の発光層を有する発光ダイオードにおいて、反射層がII-VI族の材料を用いたDBR層からなるので、短波長に対して吸収がなく、高反射率の層を形成することができ、発光ダイオードの出力を向上することができる。

【0028】請求項2の発明によれば、AlGaInP系の発光層を有し、該発光層の下側にDBR層を有する発光ダイオードにおいて、前記DBR層はII-VI族の材料層とAlGaAsまたはAlGaInP系の材料層のペアを積層した構造であるので、II-VI族のDBR層が低反射率であることにより、AlGaAsまたはAlGaInP系の材料との屈折率差が極げ、短波長に対して高反射率のDBR層を形成することができ、発光ダイオードの出力を向上することができる。

【0029】請求項3の発明によれば、AlGaInP系の発光層を有し、該発光層の上下両側にDBR層を有する発光ダイオードにおいて、前記下側DBR層はII-VI族の材料層とAlGaAs系の材料層のペアを積層した構造であるので、上側DBR層と高反射率の下側DBR層によってレゾナントキャビティ構造が形成され、下側DBR層の反射率が高いことにより発光ダイオードの出力を向上することができる。

8

【0030】請求項4の発明によれば、AlGaInP系の発光層を有し、該発光層の上下両側にDBR層を有する発光ダイオードにおいて、前記下側DBR層はII-VI族の材料層とAlGaInP系の材料層のペアを積層した構造であるので、上側DBR層と高反射率の下側DBR層によってレゾナントキャビティ構造が形成され、下側DBR層の反射率が高いことにより発光ダイオードの出力を向上することができる。

【0031】請求項5の発明によれば、発光層はダブルヘテロ構造であるので、電子の閉じ込めの効果が大きく、発光効率が向上する。

【0032】請求項6の発明によれば、発光層は量子井戸構造であるので、量子井戸の深さと幅を変えることにより、発光エネルギーをわち発光波長を変化させることができる。

【0033】請求項7の発明によれば、ランプ、チップLED等のデバイスが、請求項1～6の発光ダイオードを樹脂モールドすることによって成型されているので、高出力の短波長光を利用する広い応用範囲のデバイスを提供することができる。

【0034】請求項8の発明によれば、表示装置または通信用装置が、請求項7のデバイスを使用しているので、高輝度で視認性が高い表示用ランプが提供でき、また高SN比の通信用光モジュール等を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1による発光ダイオードの断面図である。

【図2】本発明の実施例2による発光ダイオードの断面図である。

【図3】本発明の実施例3による発光ダイオードの断面図である。

【図4】II-VI族半導体及びGaAsの格子定数とバンドギャップの関係を示す図である。

【図5】本発明の実施例の発光ダイオードと従来例の発光ダイオードのDBR層の反射スペクトルを示す図である。

【図6】従来例による発光ダイオードの断面図である。

【符号の説明】

1…GaAs基板、2…(n型Al<sub>1-x</sub>G<sub>x</sub>A<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>P層とn型ZnSe層をペアとして10ペア積層して得られる)DBR層、3…AlInPクラッド層、4…AlGaInP活性層、5…AlInPクラッド層、6…GaInP電流挿散層、7…p側壁極、8…n側壁極、9…AlGaInP多重量子井戸活性層、10…(p型Al<sub>1-x</sub>G<sub>x</sub>A<sub>1-y</sub>In<sub>y</sub>P層とp型AlAs層をペアとして13ペア積層して得られる)DBR層、11…AlGaAs系DBR層。